

(11)Publication number : **2002-313354**
(43)Date of publication of application : **25.10.2002**

(21)Application number : **2001-112937** (71)Applicant : **NIPPON STEEL CORP**
(22)Date of filing : **11.04.2001** (72)Inventor : **YOSHIDA YUICHI**
SUZUKI NORIYUKI

[Date of request for examination]	03.06.2003
[Date of sending the examiner's decision of rejection]	01.03.2005
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]	

[Date of final disposal for application]
[Patent number]
[Date of registration]
[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]
[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]
[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-313354

(P2002-313354A)

(43) 公開日 平成14年10月25日 (2002. 10. 25)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ト* (参考)
H 0 1 M 8/02		H 0 1 M 8/02	B 5 H 0 2 6
B 2 1 D 22/02		B 2 1 D 22/02	B
22/08		22/08	
53/00		53/00	D
H 0 1 M 8/10		H 0 1 M 8/10	
審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 9 頁)			

(21) 出願番号 特願2001-112937(P2001-112937)

(22) 出願日 平成13年4月11日 (2001. 4. 11)

(71) 出願人 000006655

新日本製鐵株式会社

東京都千代田区大手町2丁目6番3号

(72) 発明者 吉田 裕一

千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式
会社技術開発本部内

(72) 発明者 鈴木 規之

千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式
会社技術開発本部内

(74) 代理人 100101731

弁理士 井上 春季 (外1名)

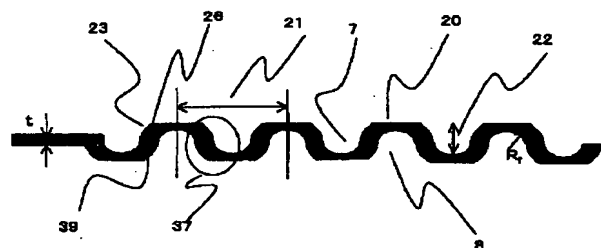
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 固体高分子型燃料電池用セパレータ製造方法及びその製造装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 低コスト・高耐久型の固体高分子型燃料電池に適用できる、プレス加工が可能なセパレータの製造方法及び同装置を提供する。

【解決手段】 周辺に平坦部を有し、周辺を除く部分はガス流路となる凸部8及び凹部7を有する固体高分子型燃料電池用セパレータの製造方法において、予備成形として材料を連続的な凸部と凹部の繰り返し断面形状に成形し、その後最終的な凸部と凹部の繰り返し断面形状に成形するとともに、予備成形時にセパレータの縦壁部37を形成する曲面27を有する肩部23の曲率半径 $R < \text{半角始} > p < \text{半角終} >$ を最終成型時のそれよりも大きく、かつ予備成形時の縦壁部分の中心部と最終成型時のそれが一致するように成形することにより、成型時に肩部に割れや破断が発生するのを防止することができ、また凹凸部の外側の面に平坦部20を容易に確保できる、固体高分子型燃料電池用セパレータ製造方法及び同装置。



【特許請求の範囲】

【請求項1】周辺に平坦部を有し、周辺を除く部分はガス流路となる凸部及び凹部を有する固体高分子型燃料電池用セパレータの製造方法において、予備成形として材料を連続的な凸部と凹部の繰り返し断面形状に成形し、その後最終的な凸部と凹部の繰り返し断面形状に成形することを特徴とする固体高分子型燃料電池用セパレータ製造方法。

【請求項2】予備成形時に縦壁部を形成する曲面を有する肩部の曲率半径が、最終成形時に縦壁部を形成する曲面を有する肩部の曲率半径より大きく、且つ、予備成形時の縦壁部分の中心部と最終成形時の縦壁部分の中心部が一致するように予備成形及び最終成形を行うことを特徴とする請求項1記載の固体高分子型燃料電池用セパレータ製造方法。

【請求項3】請求項1又は2に記載の固体高分子型燃料電池用セパレータ製造方法を実施するための装置であって、前段に予備成形材料の凸部と凹部の繰り返し断面形状と相似形の凹凸加工を表面に施した上下一対の平金型プレス装置を有し、後段にセパレータの凸部及び凹部の繰り返し断面形状と相似形の凹凸加工を表面に施した上下一対の平金型プレス装置を有することを特徴とする固体高分子型燃料電池用セパレータ製造装置。

【請求項4】請求項1又は2に記載の固体高分子型燃料電池用セパレータ製造方法を実施するための装置であって、前段に予備成形材料の凸部と凹部の繰り返し断面形状と相似形の凹凸加工を表面に施した上下一対の圧下ロールを有し、後段にセパレータの凸部及び凹部の繰り返し断面形状と相似形の凹凸加工を表面に施した上下一対の圧下ロールを有することを特徴とする固体高分子型燃料電池用セパレータ製造装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は、電力を直接的駆動源とする自動車、小規模の発電システムなどに用いられる固体高分子型燃料電池に用いられるセパレータの製造方法および装置に関する。

【0002】

【従来の技術】環境保全に対する意識の高まりから、化石燃料を利用した現行の内燃機関から水素を利用した固体高分子型燃料電池による電気駆動型の自動車や、分散型コジェネシステムへの移行が世界的に検討されている。これらの新技術が広く一般に利用できるようにするためには、低コスト化と高信頼化に関わる技術開発を燃料供給システムも含めて推進する必要がある。近年、電気自動車用燃料電池の開発が固体高分子材料の開発成功を契機に急速に進展し始めている。

【0003】固体高分子型燃料電池とは、従来のアルカリ型燃料電池、磷酸型燃料電池、溶融炭酸塩型燃料電池、固体電解質型燃料電池などと異なり、水素イオン選

択透過型の有機物膜を電解質として用いることを特徴とする燃料電池であり、燃料には純水素のほか、アルコール類の改質によって得た水素ガスなどを用い、空気中の酸素との反応を電気化学的に制御することによって電力を取り出すシステムである。固体高分子膜は薄くても十分に機能し、電解質が膜中に固定されていることから、電池内の露点を制御すれば電解質として機能するため、水溶液系電解質や溶融塩系電解質など流動性のある媒体を使う必要がなく、電池自体をコンパクトに単純化して設計できることも特徴である。固体高分子型燃料電池は、水素の流路を持つセパレータ、燃料極、固体高分子膜、空気（酸素）極、空気（酸素）の流路を持つセパレータよりなるサンドイッチ構造を単セルとして、実際にはこの単セルを積層したスタックが用いられる。したがって、セパレータの両面は独立した流路を持ち、片面が水素、もう一方の片面が空気および生成した水の流路となる。

【0004】冷却用水溶液の沸点以下の領域で稼働する固体高分子型燃料電池の構成材料としては、温度がさほど高くないこと、その環境下で耐食性・耐久性を十分に発揮させることが可能であること、さらに、任意の流路形状を形成するため炭素系の材料を切削加工などにより加工して使用されてきているが、より低コスト化や小型化、すなわちセパレータの薄肉化を目指してステンレス鋼やチタンの適用に関する技術開発が進んでいる。

【0005】従来、燃料電池用ステンレス鋼としては、特開平4-247852号公報、同4-358044号公報、同7-188870号公報、同8-165546号公報、同8-225892号公報、同8-311620号公報などに開示されているように、高い耐食性が要求される溶融炭酸塩環境で稼働する燃料電池用ステンレス鋼がある。また、特開平6-264193号公報、同6-293941号公報、同9-67672号公報などに開示されているように、数百度の高温で稼働する固体電解質型燃料電池材料の発明がなされてきた。

【0006】さらに、特開平10-228914号公報には、単位電池の電極との接触抵抗の小さい燃料電池用セパレータを得ることを目的に、ステンレス鋼（SUS304）をプレス成形することにより、内周部に多数個の凹凸からなる膨出成形部を形成し、膨出成形部の膨出先端側端面に0.01~0.02μmの厚さの金メッキ層を形成したことを特徴とする燃料電池用セパレータが開示され、その使用法として燃料電池を形成する際に燃料電池用セパレータを積層された単位電池の間に介在させ、単位電池の電極と膨出成形部の膨出先端側端面に形成された金メッキ層とが当接するように配設し、燃料電池用セパレータと電極との間に反応ガス通路を画成する技術が開示されている。また、特開平5-29009号公報では、安価に加工するため、プレス加工した波形状の穴明きバイポーラ板が開示されている。また、特開2

000-202532号公報では、平板を金型に挟み込み、圧延ロールで金型を圧縮する製造方法が開示されている。

【0007】しかし、これらの技術をもとに実際に固体高分子型燃料電池を試作すると、以下の5点の技術的問題があることがわかった。

a) 長期耐久性が求められる固体高分子型燃料電池の環境において、ステンレス製セパレータの合金成分としては一般汎用鋼種であるSUS304では不十分となる場合があり、その対策としてCr、Ni、Moなどの含有量を上げる必要がある。

b) Cr、Ni、Moなどの合金組成を上げたステンレス鋼の場合、湿式メッキ法だけではメッキ層とステンレス鋼基板の間に、ステンレス鋼の不動態酸化皮膜がメッキ処理中に完全に還元されずに残留し、ステンレス鋼とメッキ層の間の層間抵抗が生じ、電力ロスの原因となることがある。その対策として、皮膜を除去しながら貴金属を付着させる必要がある。

c) セパレータはプレス成形により内周部に多数個の凹凸からなる膨出成形部を形成した形を想定しているが、実際に四周に平坦部をもつ当該部材の加工を試みると、凹凸からなる膨出成形部において延性割れを生じ、とくに凹凸部の角部は曲げ歪みが大きくなるため破断が生じ易い。さらに、長期信頼性向上のために合金組成を上げたステンレス鋼は、SUS304に比べ加工性が低下することから、この形状にプレス成形することが困難である。また、断面が波形状であると電解質膜との接触面積が小さくなり燃料電池特性が低下する。

d) プレス成形により微細な凹凸を成形する方法は、セパレータが大型化すると、プレス荷重が増大して、大がかりな設備を要する、という問題がある。

e) 金型をロールで圧縮する製造方法は、金型の開閉、材料ハンドリング等で、生産性が低いこと、また金型の剛性のため、圧下荷重を精度良く加えることが困難になる、という問題がある。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】本発明者らは既に、前記a)やb)の問題点に対しては、その解決手段を特開2000-256808号公報、特願平11-170142号などに提示している。従って、本発明では、前記c)、d)およびe)の問題点に鑑み、低コスト・高耐久型の固体高分子型燃料電池に適用できる、プレス加工が可能なセパレータの製造方法、製造装置および固体高分子型燃料電池を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上述の課題を解決するため、固体高分子型燃料電池の作用原理に基づき、プレス成形時の材料挙動を詳細に検討した結果、本発明を完成させたもので、その要旨とするところは以下の通りである。

(1) 周辺に平坦部を有し、周辺を除く部分はガス流路となる凸部及び凹部を有する固体高分子型燃料電池用セパレータの製造方法において、予備成形として材料を連続的な凸部と凹部の繰り返し断面形状に成形し、その後最終的な凸部と凹部の繰り返し断面形状に成形することを特徴とする固体高分子型燃料電池用セパレータ製造方法。

(2) 予備成形時に縦壁部を形成する曲面を有する肩部の曲率半径が、最終成形時に縦壁部を形成する曲面を有する肩部の曲率半径より大きく、且つ、予備成形時の縦壁部分の中心部と最終成形時の縦壁部分の中心部が一致するように予備成形及び最終成形を行うことを特徴とする前記(1)記載の固体高分子型燃料電池用セパレータ製造方法。

(3) 前記(1)又は(2)記載の固体高分子型燃料電池用セパレータ製造方法を実施するための装置であって、前段に予備成形材料の凸部と凹部の繰り返し断面形状と相似形の凹凸加工を表面に施した上下一対の平金型プレス装置を有し、後段にセパレータの凸部及び凹部の繰り返し断面形状と相似形の凹凸加工を表面に施した上下一対の平金型プレス装置を有することを特徴とする固体高分子型燃料電池用セパレータ製造装置。

(4) 前記(1)又は(2)に記載の固体高分子型燃料電池用セパレータ製造方法を実施するための装置であって、前段に予備成形材料の凸部と凹部の繰り返し断面形状と相似形の凹凸加工を表面に施した上下一対の圧下ロールを有し、後段にセパレータの凸部及び凹部の繰り返し断面形状と相似形の凹凸加工を表面に施した上下一対の圧下ロールを有することを特徴とする固体高分子型燃料電池用セパレータ製造装置。

【0010】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の詳細について説明する。本発明の方法及び装置で製造されたセパレータ1の平面図の例を図1に、また溝端部6におけるセパレータ1、シール板10、および電極である炭素繊維集電体11の具体的積層構造の一例を図2および図3に示す。ここで、ガスの流入孔2、3から供給された水素を含む燃料ガス又は酸素(空気)が、それぞれセパレータの凹部表面側7のみ又は凸部裏面側8のみを流れ、流出孔4又は5から排出される。溝端部における表面側のガスの流れを図2中に矢印で示す。溝端部において、凸部および凹部の傾斜角を、1本おきに緩急差をつけることにより、ガスが下流側へ短絡することを抑制し、溝端部で折り返し、セパレータのガス流路全面にわたり、ほぼ一筆書きの形状で均一にガスを流すことが可能である。またガスの流速を上げられることから、酸素側で生成された水の排出も容易となる。シール板10は、セパレータ1の溝高さより僅かに厚く、シール板の中央部くり抜き部の端面の角度を、前述した溝端部の最大傾斜角より僅かに大きくすることにより、ガスの下流側への短絡は

さらに抑制される。

【0011】前述した図1の配列に比較して、溝の平行部における流速は若干低下するが、圧損が少なくなるという効果が得られる。言うまでもなく、緩急差をつける溝配列は、ここで示された2例に限定されるものではなく、ガスの供給装置の能力、発電効率等から任意に選択されるべきものである。このように溝端部に緩急差をつけることにより、多様な流路パターンを形成できる。セパレータの材質は、電子伝導性、耐食性、気密性の観点から、グラファイト板、金属板等を使用できるが、薄くてプレス加工が可能なステンレス鋼製又はチタン製であることが好ましい。

【0012】図4には、前記セパレータおよびシール板を用いた、燃料電池スタックの構造の例を示す。セパレータ1、シール板10、電極である炭素繊維集電体11の積層構造で、両面に電極触媒が塗布された固体高分子膜12をサンドイッチすることで、単セルが形成される。図中のAサイクルを繰り返し積層することで燃料電池スタックが構成される。また、固体高分子型燃料電池においては反応に伴う発熱があり、固体高分子膜を適切な温度に保つためにスタックを冷却する必要があるが、このセパレータの溝は冷却水の流路とすることも可能であり、スタックサイクルの適当な間隔で、冷却水流路を含むBサイクルを挿入することで、スタックの冷却が可能となる。シール板の材質は、適度な弾性を有し、冷却水の沸点以下で分解・塑性変形が起きない材料であればよく、シリコン樹脂、ブタジエンゴム系樹脂、フッ素系樹脂などが適用可能で、溝高さより僅かに厚いシール板を締め付けることによりガスがシールされ、また適度な弾性を有することで、セパレータ等の微小な変形にも追従することが可能となる。図中、固体高分子膜を挟んで、水素側および酸素側の流路が対向する形式としているが、これに限定されることなく、両者が交差する形式でもかまわない。

【0013】前記(1)、(2)記載の発明に係る製造方法により板材料から成形されたセパレータの詳細断面形状例を図5、6に示す。セパレータの溝周期21は、ガス供給の均一性と集電効率の観点からより小さいことが望ましく、また接触抵抗低減の観点から、電極との接触面積が大きいことが望ましいが、板厚に比較して溝周期21が小さくなると、曲げ歪みが増加し、また、接触面積を増やすために角の曲率半径を小さくしたり、平坦部20の長さを大きくすることによっても歪みが増加し、加工中に破断して成形が困難となる。一般には、溝周期21は2~3mmで、溝深さは最大1mm程度のもので燃料電池用セパレータの流路として使われるが、板厚0.1~0.3mm程度の金属板を成形すると、板厚に比較して溝形状が微細で、角部の曲げ歪みが大きくなり、成形中に角部で破断することが多かった。また、板厚が小さいため圧縮応力により縦壁部37の座屈が生

じ、割れも発生した。そこで、種々の形状について金型を試作し、プレス成形を行った結果、ガス流路の横断面において、凸部及び凹部の外側の面に平坦部20を有する最終断面形状とする前に連続的な凹部7と凸部8の繰り返し断面形状となるように予備成形すれば破断することなく成形出来ることを見出した。

【0014】図7は、予備成形プレス後のステンレスあるいはチタン等の板材料の断面形状を示す。予備成形として板材料を連続的な凹部7と凸部8の繰り返し断面形状に成形し、最終プレス成形での縦壁部37の割れ、破断を防止するため、予備成形プレスで縦壁部37を成形する部分27の肩部23の曲率半径 R_p を図5に示す最終形状となるセパレータの肩部23の曲率半径 R_f より大きくする。一回のプレス成形で行うと、縦壁部27の肩部23は引張歪と曲げ歪が重畳して肉厚が小さくなり、割れ、破断が生じ易くなるが、予備成形プレスで縦壁部37を成形する部分27の肩部23の曲率半径 R_p を大きくすることにより、成形時の曲げ歪を低減することが出来る。また、予備成形プレス後の成形で、張り出し成形されているので引っ張り歪が付加されずに曲げプレス加工が可能となるので縦壁部27の肩部23の割れ、破断が発生しない。さらに予備成形プレスを行うことにより、金型内の材料の流れを円滑にするため、最終成形後に平坦部20を容易に確保できる。

【0015】平坦部20の幅は、接触抵抗低減の観点から、電極との接触面積が大きいことが望ましく、好ましくは流路を形成する電極部投影面積の20%以上とすることにより接触抵抗が小さくなり燃料電池の出力が向上する。一方、化学反応を促進し所定の起電力を得、燃料ガスが電極面全体に均一に供給されるためには、50%以下とすることが好ましい。前記の平坦部20を割れ、破断なく確保するには、最終形状であるセパレータの縦壁部27の肩部23の曲率半径 R_f を板厚の1~3倍とし、予備成形プレスでの縦壁部27の肩部23の曲率半径 R_p は曲率半径 R_f の2~4倍とし、予備成形材料の縦壁部分の中心部39と最終成形されたセパレータの縦壁部分の中心部39が一致することが望ましい。また、平坦部20と肩部23の接続部分は屈曲部26を有することが好ましく、その屈曲部26を有することによりセパレータ平坦部20と電極(炭素繊維集合体)11の接触面積を確保し、所定の接触抵抗に設定することが出来る。

【0016】プレス成形においては、予備成形プレス工程および最終プレス工程とも、プレス後の板材料の凸部と凹部の繰り返し断面形状とほぼ相似形の凹凸加工を表面に施した上下一対の平金型を用いて行い、上型24、下型25のクリアランス38の長さは板厚の70~140%が望ましい。図8に示すセパレータの断面の肩部23に対応する部分が鋭角をなす断面形状である平金型を用いてプレス成形を行ってもよい。プレスの工程は、予

備成形プレス工程と最終工程の2工程に限られず、2工程以上の成形を行ってもよい。また、SUS301材等のオーステナイト系ステンレス鋼でみられる大きな加工誘起変態が生じる材料を用いる場合は、予備成形プレス工程と最終工程の間に熱処理工程を設け、材料を100℃程度で焼鈍してもよい。

【0017】図9には、表面に凹凸の加工を施してある一対の予備成形用圧下ロール30a、30bと最終成形用圧下ロール31a、31bで、圧下して表面の凹凸部35の模様を板材料に転写させながら回転することにより、セパレータを連続的に製造する製造装置の例を示す。予備成形用圧下ロール30a、30bと最終成形用圧下ロール31a、31bの間には、予備成形された板材料の凹凸模様が最終成形用圧下ロール31a、31bの凹凸模様に対応する位置に位置決めするために、縦ロールの中央部に板厚程度の溝が切られたサイドガイド32a、32bが設けられている。

【0018】また、予備成形された板材料位置決め機構には、予め板材料の両端に一定のピッチでスプロケット穴33を打ち抜き加工しておき、スプロケットホイール34a、34bで位置決めする方式を用いることができる。図10にはスプロケットホイールによる位置決め機構の一例を示す。図中の矢印は、板材料の搬送方向を示す。ステンレスあるいはチタン等の板材料を、表面に凹凸の加工を施してある一対の予備成形用圧下ロール30a、30bと最終成形用圧下ロール31a、31bで、圧下して表面の凹凸模様3を薄板に転写させながら回転することにより、セパレータを連続的に製造することができる。

【0019】図11は、最終成形用圧下ロール表面形状の一例を示す模式図である。最終成形用圧下ロール31a、31bの凹凸の形状は、圧下ロールの軸方向に沿って凸部及び凹部が繰り返し構造となっており、圧下ロールの円周方向に沿って凸部及び凹部が繰り返し構造となるもの(図12)、圧下ロールの軸方向に対して特定の角度傾斜して凸部及び凹部が繰り返し構造となるもの(図13)の他、凸部及び凹部が円形、楕円形、四角形等の他の任意の多角形としたもの(図14)なども用いることができる。また、予備成形用圧下ロールの表面形状は、最終成形用圧下ロール表面形状に比べ、溝の深さが小さくなるなど若干形状が異なるが、基本的な形状は最終成形用圧下ロールと同様である。

【0020】

【実施例】直径200mm、長さ300mmの一対の最終成形用圧下ロール表面に、図15に示すような凹凸パターンを機械加工により形成した。断面形状は図11に示すもので、予備成形用圧下ロールの凸部は、曲率半径0.3mmの半円状であり、底部は幅1.0mmの平滑面で、溝深さは0.5mmである。また、上型と下型のクリアランス38は0.8mmとし、凹凸部は幅250

mm、長さ(弧長)150mmである。一方、最終成形用圧下ロールの凸部は、曲率半径0.1mmの凸形状であり、底部は幅1.0mmの平滑面で、溝深さは0.5mmである。また、上型と下型のクリアランス38は0.8mmとし、凹凸部は幅250mm、長さ(弧長)150mmである。

【0021】図9に示すような装置を用い、板幅290mm、板厚0.1mmのオーステナイト系ステンレス鋼SUS316のコイルから連続的に板を供給し、予備成形用上下圧下ロールの隙間(ロールギャップ)を0.1mm、最終成形用上下圧下ロールの隙間(ロールギャップ)を0.06mmとして加工を行った。圧下ロールの材質はSKD11とした。また、サイドガイドの材質はS45Cとし、直径80mm、長さ120mmの一対とし、圧下ロールの手前250mmに設置した。上下圧下ロールはサーボモータによる回転同期手段を設け、ロール軸方向に相対変位を発生しないように、圧下ロールの軸受けに精度等級の高い玉軸受けを設けた。

【0022】間欠的に、凹凸形状が割れ、破断が生ずることなく成形された板は、燃料ガスおよび冷却水等の導入および排出のための穴あけ加工を行った後、所定の長さ毎に切断し、単位セルのセパレータが製造できた。また切断後も、反りやしわの発生は見られず、良好な形状が得られた。その後、適当な表面処理等を施した後、燃料電池スタックを構成し性能試験を行ったところ、ガス漏れや水漏れも発生せず、本発明の製造方法によるセパレータを用いて燃料電池として良好に機能することが確認された。本発明の方法によるプレスは、幅250mm×長さ150mmの同様の凹凸形状を、通常のプレスで行った場合に比較すると、割れ、破断の発生率は格段に低下し、通常の1段プレスでは、約5000tonもの荷重が必要であったのに対して、本発明では約40ton程度であり、極めて安価な装置で製造が可能である。

【0023】

【発明の効果】本発明は、固体高分子型燃料電池用セパレータとして高耐食ステンレス鋼やチタンのプレス成形加工を可能にするものであり、低コスト固体高分子型燃料電池を実現する技術として極めて有効なものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明により製造したセパレータの平面図の例である。

【図2】本発明により製造したセパレータを用いた積層構造の例を示す模式図である。

【図3】本発明により製造したセパレータの溝端部の平面拡大図、および本発明のセパレータを用いた積層構造の断面図である。

【図4】本発明により製造したセパレータを用いて固体高分子型燃料電池スタックを構築する一例を示した模式図である。

【図5】本発明により製造したセパレータの詳細断面形状を示す模式図である。

【図6】本発明により製造した別のセパレータの詳細断面形状を示す模式図である。

【図7】本発明による予備成形プレス後の板材料の断面形状の例を示す模式図である。

【図8】セパレータを成形するための本発明に係る平金型の断面形状である。

【図9】本発明の圧下ロールによるセパレータの製造装置の例である。

【図10】スプロケットホイールによる板材料の位置決め機構の一例を示す模式図である。

【図11】本発明の最終成形用圧下ロール表面形状の一例を示す模式図である。

【図12】本発明の別の圧下ロール表面形状の例を示す模式図である。

【図13】本発明の別の圧下ロール表面形状の例を示す模式図である。

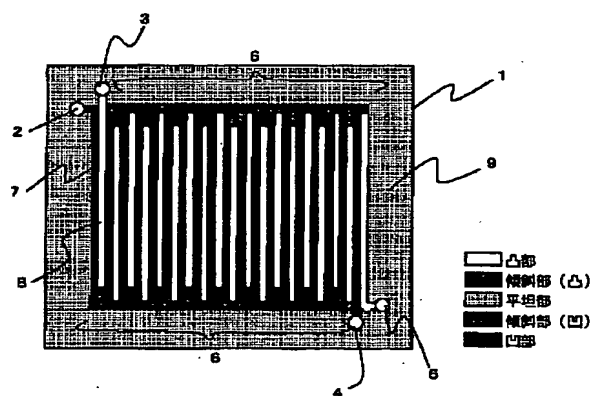
【図14】本発明の別の圧下ロール表面形状の例を示す模式図である。

【図15】本発明の別の最終成形用圧下ロール表面形状の例を示す模式図である。

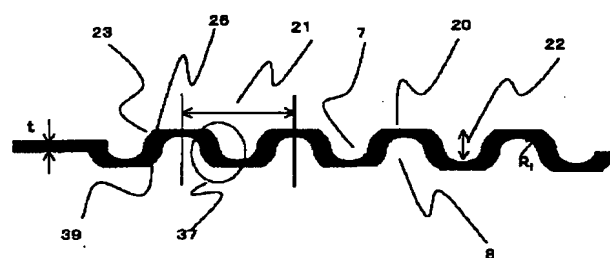
【符号の説明】

- | | |
|-------------------------|----------------------|
| 1 : セパレータ | 2 : 燃料ガス流入孔 |
| 3 : 酸素（空気）流入孔 | 4 : 燃料ガス流出孔 |
| 5 : 酸素（空気）流出孔 | |
| 6 : 溝端部 | |
| 7 : 凹部（燃料ガス流路） | |
| 8 : 凸部（酸素（空気）流路） | |
| 9 : セパレータ四周平坦部 | |
| 10 : シール板 | |
| 11 : 電極（炭素繊維集電体） | |
| 12 : 固体高分子膜 | |
| 13 : 燃料ガス導入口 | 14 : 酸素（空気）導入口 |
| 15 : 燃料ガス排出口 | 16 : 酸素（空気）および生成水排出口 |
| 17 : 冷却水導入口 | 18 : 冷却水排出口 |
| 19 : ガスの流れ | 20 : 平坦部 |
| 21 : 溝周期 | 22 : 溝深さ |
| 23 : 肩部 | 24 : 上型 |
| 25 : 下型 | 26 : 屈曲部 |
| 27 : 縦壁部を成形する部分 | |
| 30a、30b : ロール予備成形用圧下ロール | |
| 31a、31b : 最終成形用圧下ロール | |
| 32a、32b : サイドガイド | |
| 33 : スプロケット穴 | |
| 34a、34b : スプロケットホイール | |
| 35 : 凹凸部 | |
| 36 : 直線状の底部 | |
| 37 : 縦壁部 | |
| 38 : クリアランス | |
| 39 : 縦壁部の中心 | |

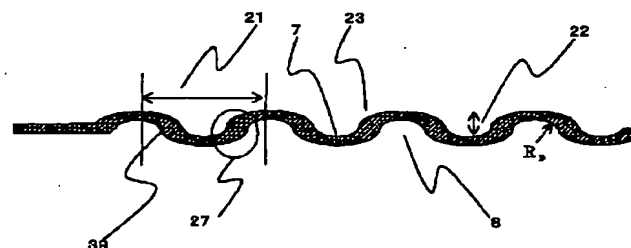
【図1】



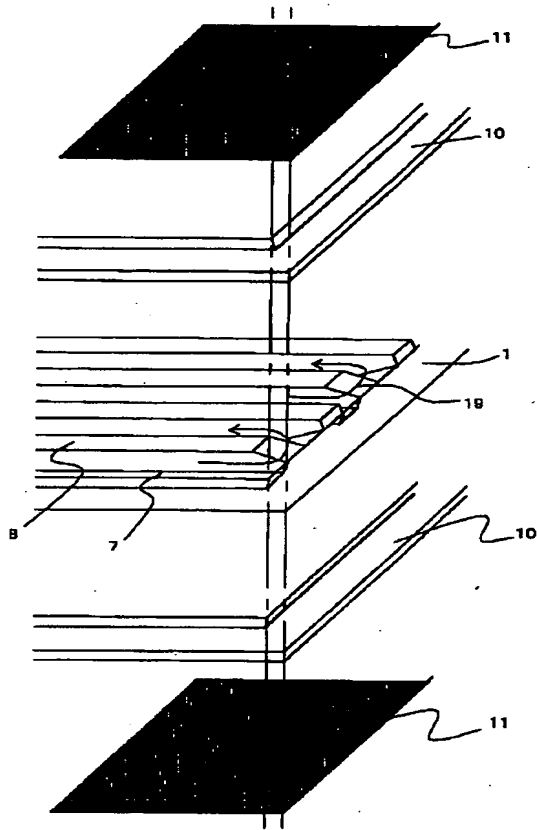
【図5】



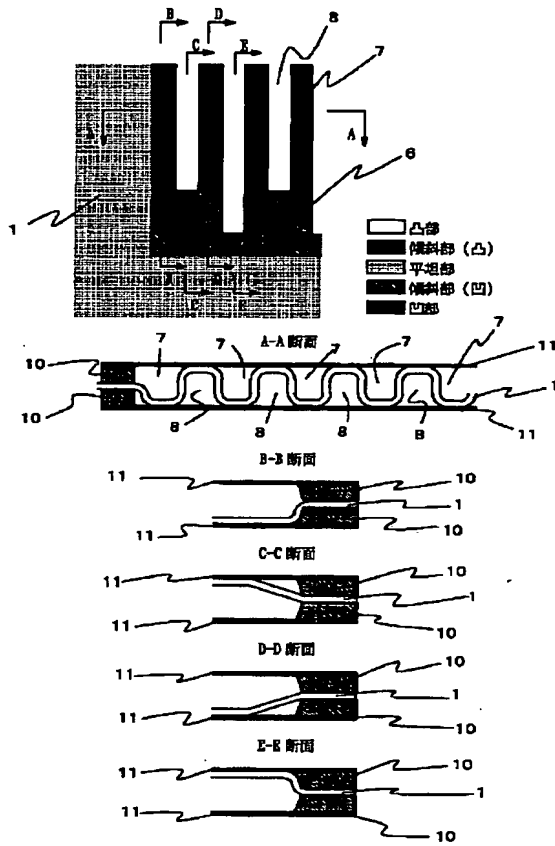
【図7】



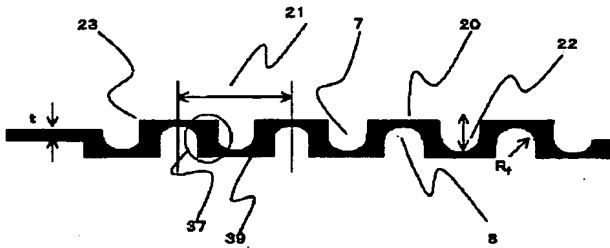
【図2】



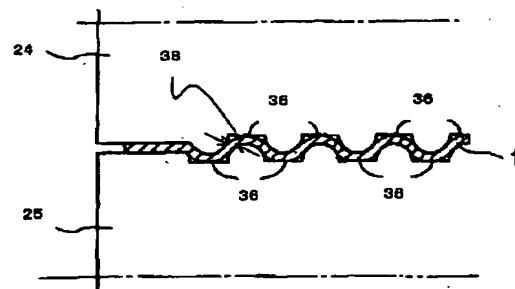
【図3】



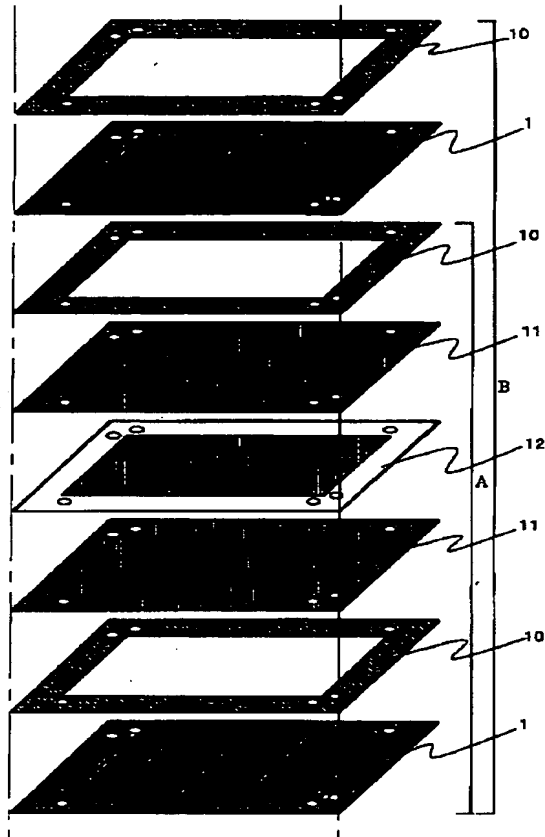
【図6】



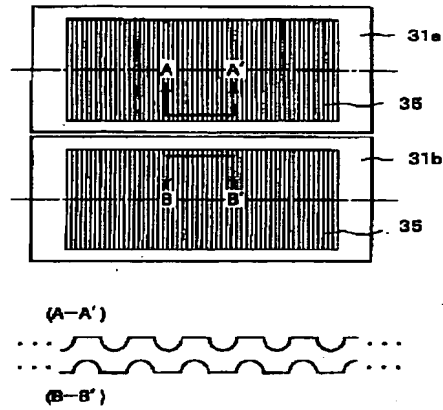
【図8】



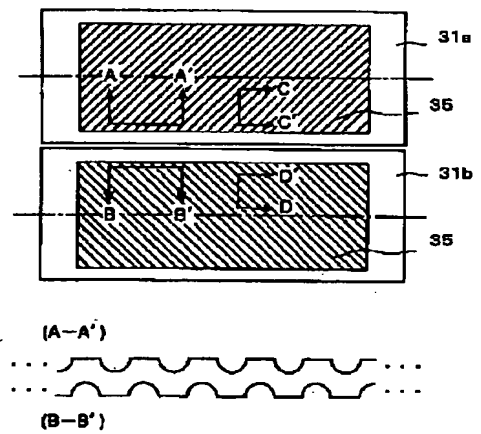
【図4】



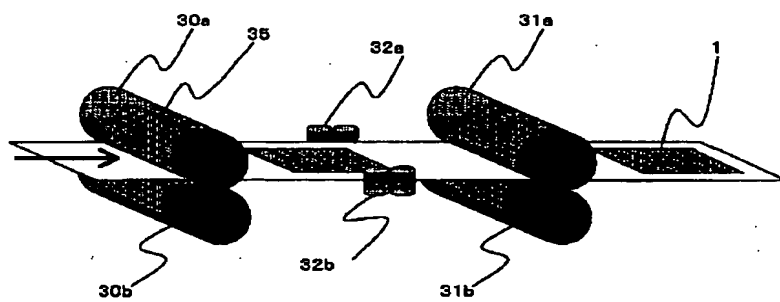
【図11】

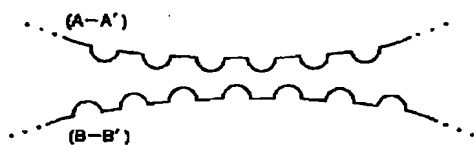


【図13】

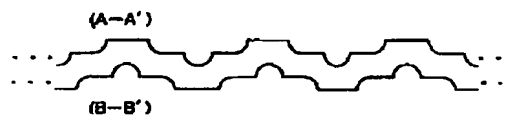







【図9】





○:凸部 ●:凹部



	凸部
	傾斜部 (凸)
	平坦部
	傾斜部 (凹)
	凹部

Fターム(参考) 5H026 AA06 BB02 CC03 EE02 HH00